

IoTの普及をめざしたデバイス連携機能：Linking

近年、IoTデバイスに関する市場が拡大しており、さまざまな企業がこれらの分野で製品開発を実施しているが、それらの製品は幅広いコンシューマユーザが日常生活で利用するレベルには浸透していない。そこでドコモは国内の複数企業と連携して「Project Linking」を立ち上げ、IoTデバイスや、IoTデバイスと連携するサービスの開発を簡易化するためのプラットフォームであるLinkingを開発した。本稿では、Linkingの概要、およびその適用例について解説するとともに、その展開方法について述べる。

移動機開発部 きみなみ 木南 かつき 克規 たみや 田宮 ゆうじ 裕史
こう 高 こうえん 鴻燕 かとう 加藤 さだあつ 禎篤

1. まえがき

近年、スマートフォンの急速な普及とあわせて、スマートフォンと連携して利用される腕時計型、メガネ型、ヘルスケア用途でのリストバンド型などの日常的に身につけて利用するウェアラブルデバイスが登場している。また、家電製品や自動車、スマートメータ、センサを有する各種機器など、日常生活で用いるあらゆるものがインターネットに接続するIoT (Internet of Things) の概念が提案され[1]、多くの企業がウェアラブル・IoT分野での製品開発を積極的に行っており、実際にIoTデバイス (以下、デバイス) の市場は今後の大きな成長・拡大が予測されている[2]。

しかしながら、現状では、スマートフォンのように多くのコンシューマユーザがそのようなデバイスを日常生活で利用する段階までには至っていない。その理由としては、下記のような点があると考えられる。

(1) デバイスが高価である

現状、デバイスの価格は数千～数万円程度のものが市場の大半を占めており、ユーザが気軽に購入できる価格になっていないものが多い。また、IoTの世界ではユーザの日常の身の回りにある「あらゆるモノ」が高機能化・高度化され、ユーザが複数のデバイスを日常生活で利用するため、IoTがコンシューマユーザに広がるためにはデバイスの価格がハードルになっており、IoTの普及を阻害する一因となっている。

(2) 誰もが魅力を感じるキラーサービスが少ない

IoTサービスの一例として、各種家電がスマートフォンから操作できる「スマートホーム」があるが、多くのユーザは日常生活において、そのようなサービスやデバイスを利用する必要性に迫られておらず、一部のユーザが利用するにとどまっている。つまり、万人が利用してみたいと感じる魅力的なIoTの利用シーン (キラーサービス) は現状では多くない。

(3) デバイスおよびサービスアプリ開発のハードルが高い

スマートフォンのサービスアプリケーション (以下、サービスアプリ) と連携して利用する現状のデバイスの多くは、メーカーごとに独自の仕

様で連携するため、それぞれのデバイスにあわせて都度サービスアプリの開発を行う必要がある。また、サービスアプリ開発者がデバイスの仕様を理解する必要があり、逆にデバイス開発者もサービスアプリ開発のスキルが必要となり、デバイスおよびサービスアプリ開発が容易でない。

上記の背景の中で、Google社の提供するAndroid Wear™*1[3]やGoogle Fit™*2[4]、Apple社の提供するApple Watch™*3[5]やHomeKit®*4[6]などのように、スマートフォンとBluetooth®*5などでデバイスを接続するための共通的な規格が提案され、API（Application Programming Interface）*6が公開されている。しかしながら、それらの規格では、デバイスにOSの搭載や高スペックなRAM*7が必要となるように、対応するデバイスが高機能なものに限定される。したがって、デバイス開発者がそれらの規格に対応したデバイスを開発するためには相応の開発工数が必要となり、デバイスの提供は容易ではない。

そこでドコモは、IoT市場を活性化するため、デバイスとサービスアプリが連携するための汎用的かつ簡易な仕様を規定することで、IoTデバイスやサービスアプリの開発を容易にするプラットフォームLinkingを開発した。本稿では、Linkingの概要を解説し、その適用例および展開方法について述べる。

2. 概要

Linkingは、デバイスとスマートフォンのサービスアプリの連携を容易にするプラットフォームである。Linkingで規定するインターフェースに合わせて開発を行うことで、デバイス開発者はサービスアプリ側の仕様や動作を意識することなく、逆にサービスアプリ開発者はデバイス側を意識することなく、デバイスやサービスアプリを開発することができる。また、それにより、Linkingの規定するインターフェースに対応しているものであれば特定のデバイスやサービスアプリに限定されず連携して利用することも可能となる。さらに、Linkingでは複数のデバイスと複数のサービスアプリを連携して利用することも可能である。

2.1 AndroidでのLinkingの構成

図1にAndroid™*8でのLinkingの構成を示す。なお、AndroidとiOS*9ではLinkingの実現方法が異なるためiOSでの構成については後述する。

図1に示すようにAndroidでは、デバイスとスマートフォンの各種サービスアプリを連携するためのLinkingアプリによって実現され、デバイス向けインターフェース（以下、デバイス向けIF）およびサービスアプリ向けのインターフェース（以下、サービスアプリ向けAPI）にLinkingアプリが対応することで実現される。なお、デバイスとスマートフォンの

接続方式として、スマートフォンに標準的に搭載されており、かつPCなどのさまざまな機器にも普及が進んでいるBluetooth規格のうち、特に消費電力の観点で優れているBLE（Bluetooth Low Energy）*10を採用している。

また、デバイスとサービスアプリの連携有無やデバイスの接続状態および連携内容などの設定を、Linkingアプリで一元的に管理している。これにより、ユーザがデバイスとの連携時に個々のサービスアプリやデバイスを操作する必要がなくなるため、特に複数のデバイスやサービスアプリを利用する場合のユーザの利便性を向上させている。

なお、LinkingアプリはAndroidのアプリ層で動作するため、通常のアプリケーションと同様にアプリのダウンロード・インストールのみで利用することができ、ドコモのスマートフォン以外でも利用することができる。

2.2 デバイス向けIF

(1) Linking対応デバイス

Linkingにおいて、2016年4月時点で連携可能なデバイスは、LED・バイブレータ・ボタン・加速度センサ・ジャイロセンサ・方位センサ・温湿度センサ・気圧センサを搭載しているデバイスである。これは、前述のようにOSが非搭載のものや数100KB程度の少量のRAMしか搭載されていないようなシンプルなデバイスでも接続できるよう、機能を選

*1 **Android Wear™**：スマートウォッチ向けのAndroid OSベースのオペレーティングシステム。Google Inc. の商標。

*2 **Google Fit™**：Google社の提供する健康管理・ヘルスケア用途のアプリケーションおよびプラットフォームの総称。Google Inc. の商標または登録商標。

*3 **Apple Watch™**：Apple社の提供するスマー

トウォッチ。Apple Inc. の商標または登録商標。

*4 **HomeKit®**：Apple社が提供するiOSデバイスと家電製品などが連携するためのプラットフォームの総称。Apple Inc. の登録商標。

*5 **Bluetooth®**：移動端末、ノートパソコン、PDAなどの携帯端末を無線により接続する短距離無線通信規格。米国Bluetooth SIG

Inc.の登録商標。

*6 **API**：OSやミドルウェアなどが提供する機能を、他のソフトウェアが利用するためのインターフェース。

*7 **RAM**：読み書きのアクセス動作が高速な記憶装置。

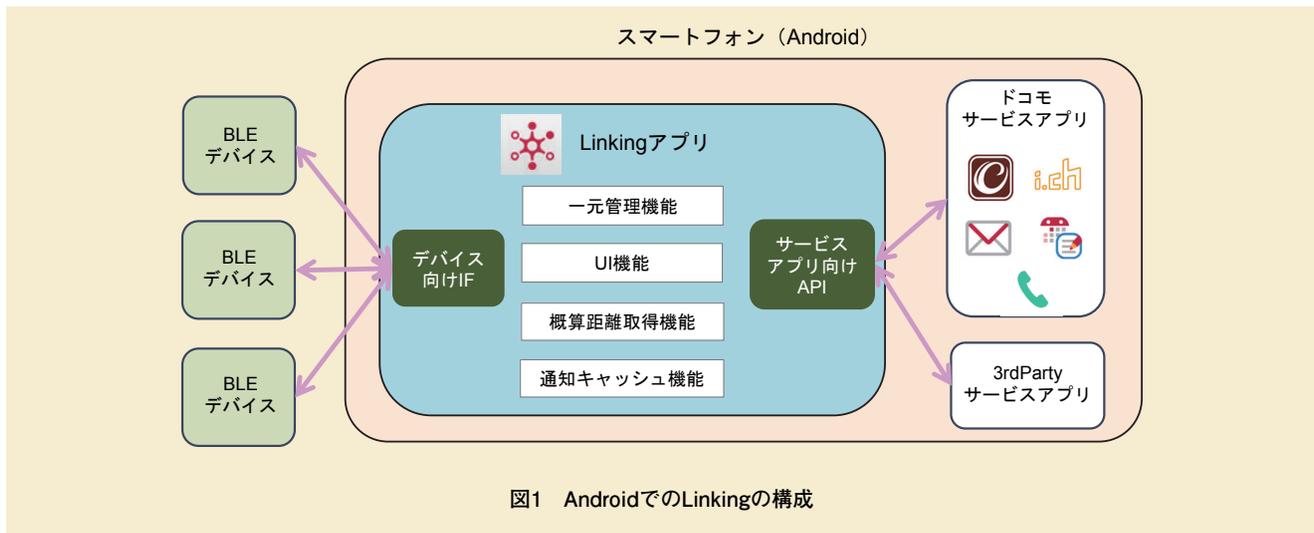


図1 AndroidでのLinkingの構成

定したためである。これにより、まずはユーザが安価なデバイスを日常生活で利用することを実現し、それをきっかけとしてIoTの拡大を実現していく。

また、LinkingではBLEのアドバタイズパケット^{*11}のフォーマットを規定しており、そのフォーマットに対応したデバイスを、サービスアプリがビーコン^{*12}として利用することが可能である。

(2)デバイス向けIFの概要

Linkingで規定するサービスアプリと連携するためのデバイス向けIFを表1に示す。デバイス向けIFはBLEの通信プロファイル^{*13}として規定されており、GATT（Generic Attribute Profile）^{*14}上でサービス情報を送受信する。

ここでBluetooth SIG^{*15}では、ANP（Alert Notification Profile）^{*16}やHDP（Health Device Profile）^{*17}のような標準的なプロファイルが通信目的に応じて規定されているが、

Linkingのようにさまざまな特性のデバイスとの通信を行うことを想定した汎用的なプロファイルは提供されていない。そこで表1に示すように、Linkingではさまざまなデバイスが汎用的に通信するための最小限のBLEプロファイルを規定している。また、BLEでは1回の通信で送受信できるサービスデータが最大で20byteであり、多くのデータを通信する場合には通信回数が増加してしまう。そこで、デバイスが対応可能な機能能力をLinkingアプリに通知し、自身が対応できる情報のみをLinkingアプリとやりとりする仕様とすることで、通信回数が最小化されるように工夫し、デバイスとLinkingアプリ間の通信の発生を抑制している。また、これらによりさまざまな特性のデバイスと連携可能とする汎用性と省電力性をあわせて実現した。

なお、Linkingのデバイス向けIFに対応したデバイスはAndroid/iOS

にかかわらず利用することができる。

2.3 サービスアプリ向けAPI

サービスアプリがデバイスと連携するための、サービスアプリ向けのAPIを表2に示す。サービスアプリ向けAPIは、Androidの場合、intent^{*18}やContentProvider^{*19}といったOSの標準かつ基本的な機能を利用して実現しており、サービスアプリ開発者が基本的なアプリ開発のスキルを有していれば容易にAPIを利用することができる。例えば表2に示すNotificationAPIでは、API仕様にしたがってintentのパラメータを設定し、サービスアプリからLinkingアプリへintentを送信するだけで、デバイス側の仕様を意識することなく、デバイスへ各種通知を行うことができる。

2.4 Linkingアプリ

Linkingアプリの主な機能について以下に解説する。

*8 Android™：スマートフォンやタブレット向けのオペレーティングシステム、ミドルウェア、主要なアプリケーションからなるソフトウェアプラットフォーム。米国Google, Inc.の商標または登録商標。

*9 iOS：米国およびその他の国におけるCisco社の商標または登録商標。

*10 BLE：Bluetoothの仕様の1つであり、低消費電力で通信が可能なBluetooth Ver4.0の呼称。

*11 アドバタイズパケット：BLEにおいて、デバイスが自身の機器の情報を周囲に送信するためのパケット。

*12 ビーコン：周期的に情報を発信するデバイス。

*13 プロファイル：BluetoothやBLEで通信する際に使用される、サービスごとに策定された機器間のプロトコル。

*14 GATT：BLE通信でデータを送受信するための通信プロファイル。

*15 Bluetooth SIG：近接無線システムの代表であるBluetoothの規格策定や認証を行う非営利業界団体。

表1 デバイス向けIF

サービス名	内容
PeripheralDevicePropertyInformationService	BLEデバイスの機能能力を通知する (デバイス名, デバイスID, デバイス能力など)
PeripheralDeviceNotificationService	デバイスがスマートフォンからのさまざまな通知を受信する (通知ID, サービスアプリ名, 通知パターンなど)
PeripheralDeviceSensorInformationService	デバイスからスマートフォンへセンサ情報の送信を行う (センサタイプ, 状態, データ値など)
PeripheralDeviceSettingOperationService	デバイスとスマートフォンの間で操作情報のやり取りを行う (デバイスのボタンの押下情報など)

表2 サービスアプリ向けAPI

API名	内容
Notification	一般的な通知相当の内容 (タイトル, 本文) をデバイスに通知する
汎用通知	Notification以外の汎用的な通知をデバイスへ行う
デバイス情報の取得	デバイスの情報 (デバイス固有情報, 接続状態, デバイス能力など) を取得する
サービスアプリへの通知	デバイスからの情報 (ボタン情報など) を受信する
距離通知	デバイスとスマートフォンの概算距離を受信する
センサ情報の取得開始・停止	デバイスのセンサ情報の取得開始・停止を要求する
ビーコン情報の取得開始・停止	ビーコンデバイスの検索開始・停止を要求する
BLEデバイス接続通知	Linkingアプリがデバイスと接続したことを受信する
BLEデバイス切断通知	Linkingアプリがデバイスと切断したことを受信する

(1)一元管理・UI機能

Linkingアプリでは、デバイスとサービスアプリの連携有無や接続状態、連携内容に関する各種設定を一元的に管理することができる。図2にLinkingアプリの管理画面のイメージを示す。

①図2(a)「デバイス管理画面」に示すように、まずLinkingアプリではユーザが利用しているLinking対応デバイスの一覧、およびその連携有無を管理することができる。また、ビーコンとしてデバイスを利用するかど

うかを選択することができる。

②「デバイス管理画面」から各デバイスを選択することで、図2(b)「サービスアプリ管理画面」に遷移し、各デバイスとどのサービスアプリを組み合わせるかを設定することができる。例えば図2(b)においては、「傘用デバイス」が「iコンシェル」と連携していることを示している。

③「サービスアプリ管理画面」からサービスアプリを選択することで、図2(c)「連携内容設定画

面」へと遷移し、例えばデバイスへ通知する情報の選択や、デバイスへ通知を行う際のLEDの点灯時間やパターンのような各サービスアプリの詳細な連携内容を設定することができる。なお、「連携内容設定画面」において、「通知内容を選択」や「LED」のようにデバイスやサービスアプリの仕様に依存する設定項目が表示されているが、これらはデバイスやサービスアプリがそれらの機能を有している場合にのみ表示され、ユーザ

*16 ANP：Bluetooth SIG Inc.で規定されている電話やSMSの着信を通知するためのプロファイル。

*17 HDP：Bluetooth SIG Inc.で規定されている医療・健康管理機器を接続するためのプロファイル。

*18 Intent：Android OSが提供するプログラム間のパラメータ交換手段。アプリケーション

内のコンポーネント間でのやり取りや、アプリケーションをまたがるやり取りに利用される。

*19 ContentProvider：Android OSにおいて、一般的なイメージやオーディオ、ビデオファイル、個人情報などに関するデータの格納・検索を担当する仕組み。それを活用することで各アプリケーションから各種

データに簡単にアクセスできるようになる。



に不要な設定項目が表示されず分かりやすいUIとなるように実装されている。

(2)概算距離取得機能

①機能概要

Linkingアプリでは、デバイスとスマートフォンの概算距離を一定期間ごとに取得し、指定されたサービスアプリへ通知する機能を有している。本機能を利用すると、例えば、デバイスが近くに存在する場合にのみ、デバイスのセンサ情報を取得するように制御したり、デバイスとスマートフォンの距離が離れた場合に、ユーザへ通知をしたりするように、サービスアプリがデバイスとの距離に応じて動作できるようになる。

②概算距離算出法

Linkingアプリではデバイス

からのBluetoothの電波強度：RSSI (Received Signal Strength Indicator) *20からデバイスとスマートフォンの概算距離 d [m]を以下の計算式により算出している。

$$d = 10^{\frac{A - \text{RSSI}}{10 \times n}} \quad (1)$$

ここで、 A はデバイスから距離が1mの位置でのRSSI値、 n は減衰率、 RSSI はBluetooth電波強度の測定値[dBm]である。ただし、RSSI値はデバイスやスマートフォンを利用する場所の周囲の環境や、ユーザのデバイスやスマートフォンの持ち方などによって変動するため、必要に応じてユーザが実際にデバイスを利用する環境で距離計算式(1)の変数 A をキャリブレーションすることで、RSSI値の

変動による距離算出結果のばらつきによる影響を吸収している。

(3)通知キャッシュ機能

Linkingアプリでは、デバイスとスマートフォンのBluetooth接続が切断されていたり、デバイスが一定距離以上離れているなどの条件の場合に、サービスアプリからの通知を一時的に記憶（キャッシュ）し、Bluetooth接続が再開され、上記の条件から外れた場合に、自動でデバイスへ通知される機能を有している。キャッシュの実施有無や、キャッシュを保持する時間はサービスアプリごとに決定できる仕様としている。サービスアプリが本機能を利用することで、例えば、利用者がデバイスへ近づいたタイミングで必要な情報をデバイスへ通知することができるなど、利用者はスマートフォンの操作をすることなく、自分の行動にあ

*20 RSSI：受信機にて検知される受信信号の強度。

わせて必要な情報を適切な場所で知ることができるようになる。

2.5 iOSでのLinkingの構成

iOSでのLinkingの構成を図3に示す。

iOSでは、AndroidにおけるintentやContents ProviderのようなOS自体の機能を利用したアプリ間の連携に制限があり、かつスマートフォンのバックグラウンドでのアプリの常駐動作にも制限があるため、Androidと同じLinkingの構成でデバイスとサービスアプリの連携を実現することが困難である。しかしながら、ユーザが利用するスマートフォンの種類にかかわらず、デバイスを利用できることは重要である。

そこで、図3に示すように、iOSではAndroidのLinkingアプリの機能をライブラリ*21（以下、Linkingライブラリ）として提供し、Linkingライブラリを各サービスアプリの内部に実装することで、iOSのサービスアプリ開発者が容易にデバイスと連

携するサービスアプリを開発できるようにした。なお、デバイス開発者が利用するデバイス向けIFは前述の通り、AndroidとiOSにかかわらず共通である。

3. 適用例

Linkingでは、ユーザはデバイスとサービスアプリを自由に組み合わせてさまざまなシーンで利用することができる。Linkingを利用して、デバイスを異なる2つのシーン（雨具の携行お知らせ／忘れ物防止）で活用する例、およびその場合のデバイスとLinkingアプリおよびサービスアプリの処理シーケンスを以下に示す。

3.1 雨具の携行お知らせ

ドコモのサービスの「iコンシェル」のインフォメーションの1つである「雨雲アラーム」とデバイスと連携して利用することができる。「雨雲アラーム」とは、現在地周辺に雨雲が近づいている場合に、事前

にスマートフォン上へそのことを通知するものである。

例えば家の玄関の傘の近くにデバイスを設置しておく。スマートフォンの「雨雲アラーム」を受信していれば、ユーザが外出する際に、所持しているスマートフォンとデバイスが一定距離以内に近づくことで、デバイスへ自動で「雨雲アラーム」を受信していることが通知され、通知を受けたデバイスが鳴動する。これにより、ユーザはスマートフォンを確認しなくても家を出るタイミングで「雨が降ること」に自然に気づくことができ、傘が必要なことを知ることができる（図4）。

3.2 忘れ物防止

ユーザへ忘れ物の防止をアラートするサービスアプリとの連携を示す。例えば財布やカバンをどこかに置き忘れてしまうことを防止するために、忘れたくないモノにデバイスをあらかじめ取り付けておく。Linkingの機能で「デバイスとスマートフォン

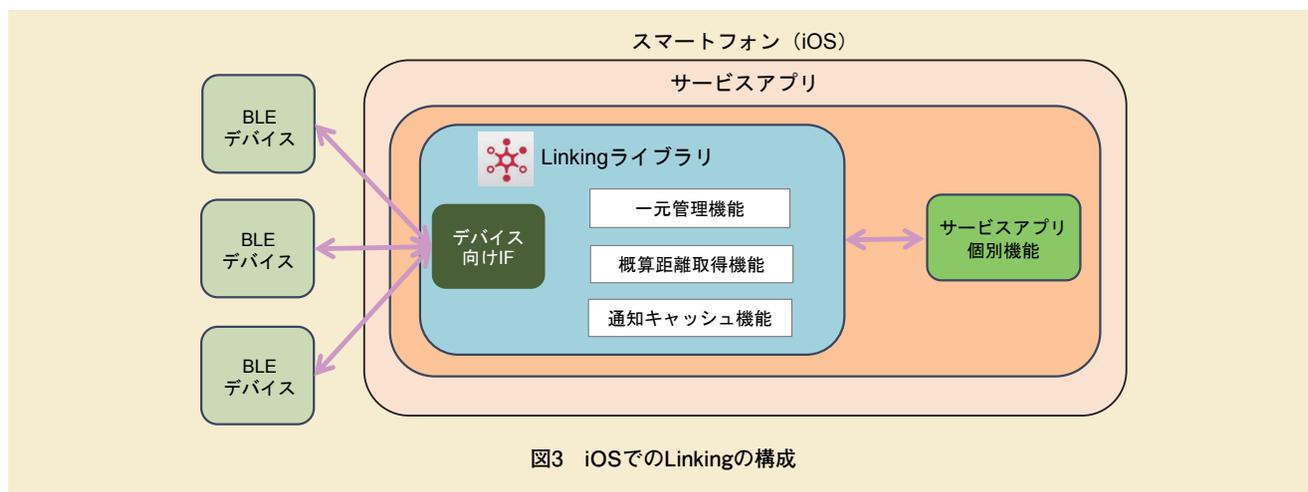
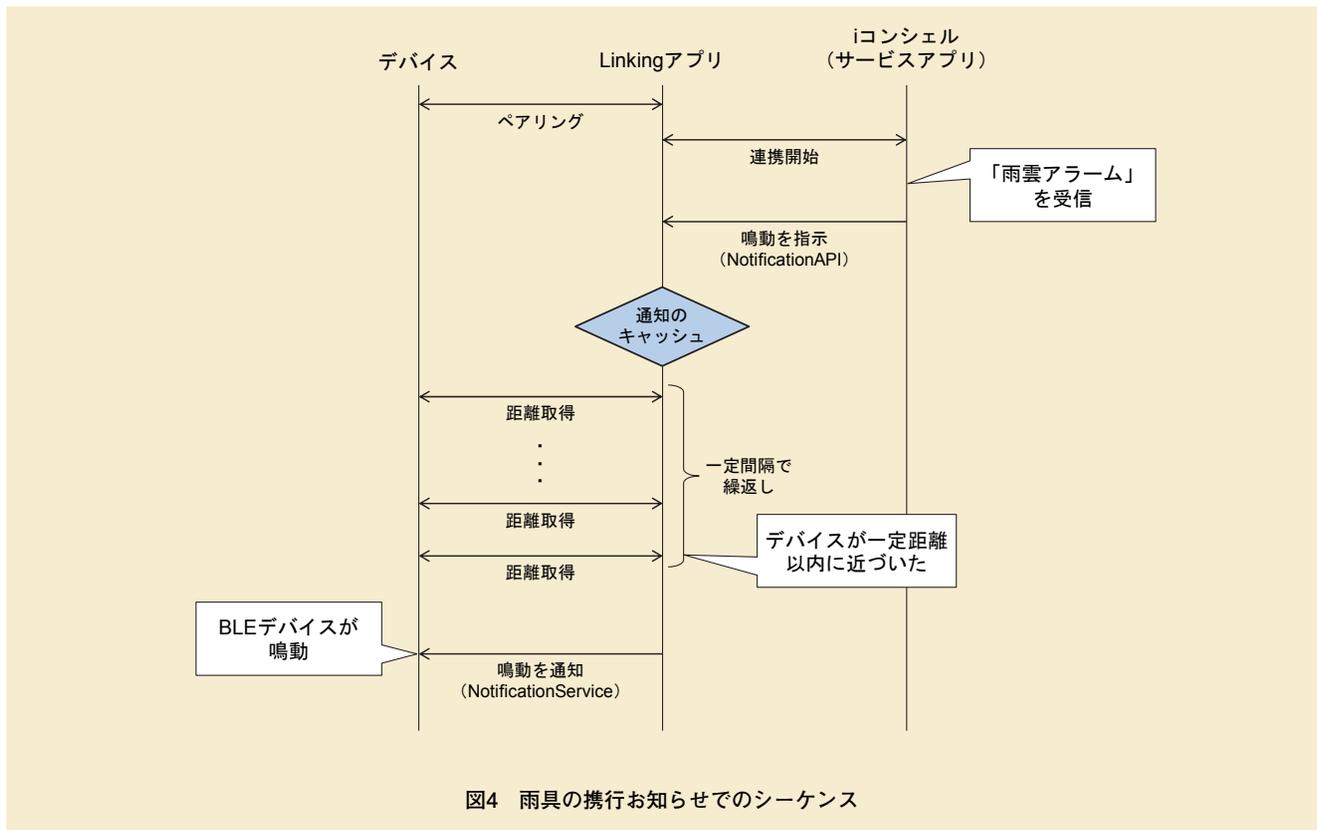


図3 iOSでのLinkingの構成

*21 ライブラリ：汎用性の高い複数のプログラムを、再利用可能な形でひとまとまりにしたもの。



が一定距離以上離れた」場合にサービスアプリへ通知することができるため、サービスアプリがスマートフォンを鳴動させアラートを出すと同時に、デバイスもあわせて鳴動させることで、ユーザへ気づきを与えることができる(図5)。

4. Linkingの展開

Linking対応デバイスおよびサービスアプリの拡大、ひいてはIoTの普及促進に向けて、ドコモは国内の複数企業と連携して「Project Linking」を立ち上げ、Linkingの普及・推進に関する取組みを行っている[7][8]。また、デバイス向けIFおよびサービスアプリ向けAPIをWeb[9]上で公開

しており、デバイス開発者およびサービスアプリ開発者は、無料で利用することができる。またサービスアプリ開発者向けには、サービスアプリ向けAPIを容易に利用するためのSDK (Software Development Kit) *22もあわせて提供している。

5. あとがき

本稿では、IoTの普及およびIoT市場の活性化を目的として開発を行ったLinkingの概要、適用例およびその展開方法について解説した。

今後は、Linkingを利用するための開発者向けのサンプルコードの拡充や、デバイス向けIFおよびサービスアプリ向けAPIの追加・改善など

の開発環境の整備を継続して行い、多くの企業や個人に活用いただくための開発環境の整備を行っていく。また、ドコモが標準化を行っているデバイスWebAPI[10]へ対応し、Webインターフェースによるサービスアプリとデバイスの連携にも対応していくことで、Linkingを活用したデバイスおよびサービスアプリのさらなる拡充を推進し、スマートフォンとさまざまなデバイスとの連携によるユーザの日常生活の利便性向上をめざしていく。

文献

- [1] Kevin Ashton : “That ‘Internet of Things’ Thing,” RFID Journal, Jul. 2009.

*22 SDK : ソフトウェアを開発するためのツールもしくはツール群。

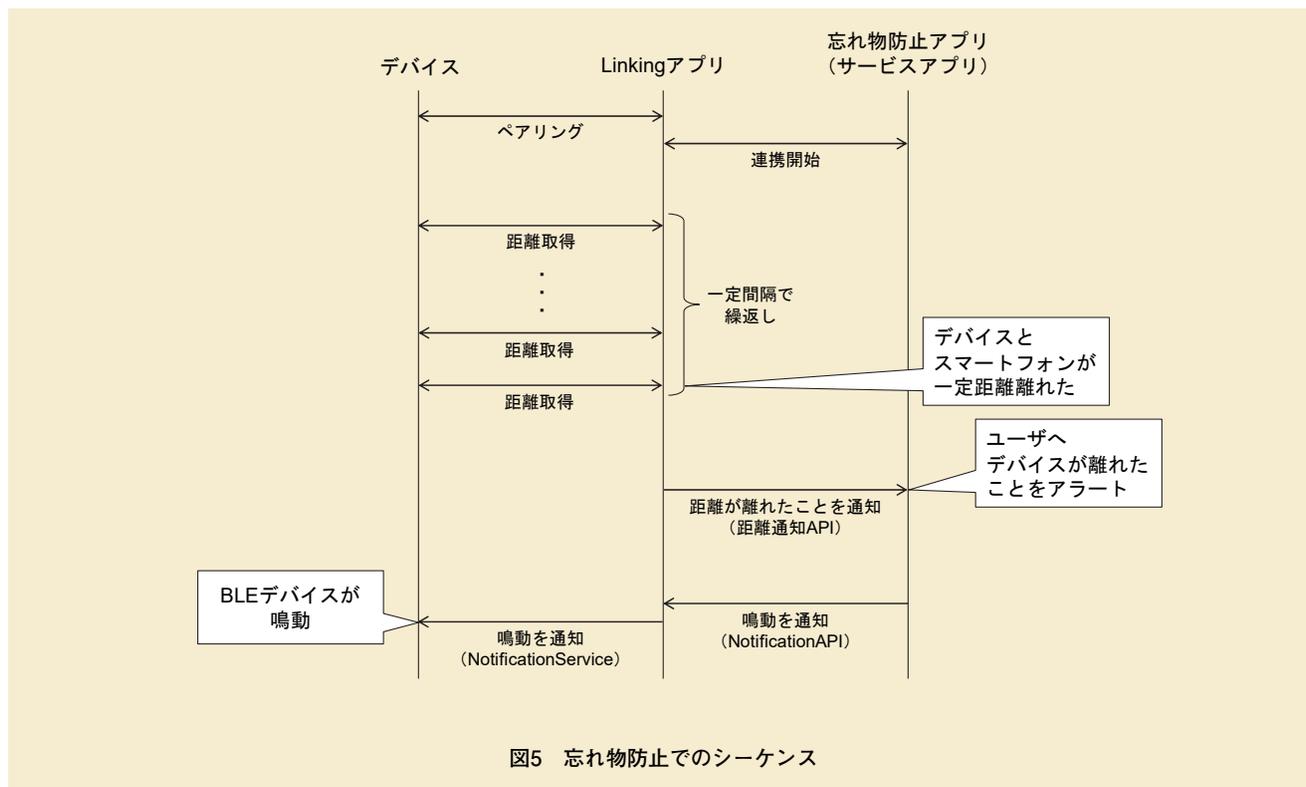


図5 忘れ物防止でのシーケンス

- [2] IDC Japan株式会社：“国内IoT（Internet of Things）市場予測，” Feb. 2015. <http://www.idcjapan.co.jp/Press/Current/20150903Apr.html>
- [3] Android Developers：“Android wear.” <http://developer.android.com/intl/ja/wear/index.html>
- [4] Google Developers：“Google Fit.” <https://developers.google.com/fit/?hl=ja>
- [5] Apple：“Apple watch.” <http://www.apple.com/jp/watch/>
- [6] Apple：“iOS9-HomeKit.” <http://www.apple.com/jp/ios/homekit/>
- [7] NTTドコモ報道発表資料：“スマホと外部機器を連携させる新たなプラットフォーム「Linking」を開発，” Nov. 2015. https://www.nttdocomo.co.jp/info/news_release/2015/11/25_00.html
- [8] Linkingポータルサイト.
- [9] Linking開発者向けサイト.
- [10] 山添，ほか：“デバイスコネクトWebAPI—多種多様なスマートフォン連携デバイスのためのWebインタフェース—，” 本誌，Vol.23, No.1, pp.8-13, Apr. 2015.